

EFFECTO DE TRES SUSTRATOS Y DOS FÓRMULAS DE FERTILIZANTES EN EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.), NARANJAL, PROVINCIA DEL GUAYAS

EFFECT OF THREE SUBSTRATES AND TWO FORMULAS OF FERTILIZERS IN
SEEDLING GROWTH COCOA (*Theobroma cacao* L.), NARANJAL, GUAYAS
PROVINCE

Recibido: 05/ 09/ 2023- Aceptado: 06 / 06 / 2024

Pablo Israel Vargas Guillén

Docente en la Universidad Agraria del Ecuador
Guayaquil - Ecuador

Magíster en Agricultura y Ganadería Ecológicas
Universidad Internacional de Andalucía

pvargas@uagraria.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6815-0425>

Walter Armando Tenesaca Sumba

Docente en la Universidad Agraria del Ecuador
- Ecuador

Ingeniero Agrónomo
Universidad Agraria del Ecuador

wsumba@uagraria.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0003-0259-2695>



Paulo Humberto Centanaro Quiróz

Docente en la Universidad Agraria del Ecuador
Guayaquil - Ecuador

Doctor en Ciencias Agrarias
Universidad de Zulia

pcentanaro@uagraria.edu.ec
[https://orcid.org/ 0000-0001-7506-0444](https://orcid.org/0000-0001-7506-0444)

César Antonio Peña Haro

Docente en la Universidad Agraria del Ecuador
Guayaquil - Ecuador

Magíster en Riego y Drenaje
Universidad Agraria del Ecuador

cpena@uagraria.edu.ec
[https://orcid.org/ 0000-0002-0242-0637](https://orcid.org/0000-0002-0242-0637)

Vargas, P., Tenesaca, W., Centanaro, P., & Peña, C. (Julio – diciembre de 2024). Efecto de tres sustratos y dos fórmulas de fertilizantes en el crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao L.*), Naranjal, provincia del Guayas. *Sathiri* (19)2, 156-169. <https://doi.org/10.32645/13906925.1287>



Resumen

El cacao es uno de los cultivos con mayor presencia en el mercado nacional e internacional, aportando de manera significativa al PIB del país, dicha importancia, desencadena el análisis y promoción de herramientas, estrategias, y procesos que viabilicen aún más su producción, planteando así diferentes alternativas promisorias, como la necesidad de obtener cultivares de cacao, utilizando varios tipos de sustratos (Gallinaza 50 + humus 50%, Aserrín 50% + humus 50%, Suelo franco) y dos fórmulas de NPK para evaluar el crecimiento y desarrollo de plantas de cacao en vivero. Para el desarrollo del ensayo se utilizó la distribución del Diseño Completamente al Azar (DCA), con arreglo factorial AxB, con 6 tratamientos; cada uno de ellos se valoró mediante 4 repeticiones. Se evaluó el efecto de los sustratos sobre las variables de estudio: diámetro del tallo (mm), longitud de la raíz (cm), número de hojas por plantas, altura de plantas (cm), vigor de planta (%). La adición de NPK al suelo franco mejoró significativamente el crecimiento y desarrollo de las plantas de cacao en viveros, teniendo así, al T6 Suelo franco (NPK 8-24-8), como tratamiento que presenta mejores resultados en cada una de las variables evaluadas, teniendo como evidencia los promedios del vigor de la planta con 92.5 %. Éste factor además deja un beneficio neto de \$197, y una relación beneficio/costo de \$1,57.

Palabras claves: Cacao, Desarrollo, Fertilizantes, Suelo Franco.

Abstract

Cocoa is one of the crops with the greatest presence in the national and international market, contributing significantly to the country's GDP, this importance triggers the analysis and promotion of tools, strategies, and processes that make its production even more viable, thus proposing different promising alternatives, such as the need to obtain cocoa cultivars, using various types of substrates (chicken manure 50 + humus 50%, sawdust 50% + humus 50%, loamy soil) and two NPK formulas to evaluate plant growth and development cocoa in nursery. For the development of the trial, the distribution of the Completely Random Design (DCA) was used, with AxB factorial arrangement, with 6 treatments; each one of them was evaluated by means of 4 repetitions. The effect of the substrates on the study variables was evaluated: stem diameter (mm), root length (cm), number of leaves per plant, plant height (cm), plant vigor (%). The addition of NPK to the loam soil significantly improved the growth and development of cocoa plants in nurseries, thus having T6 Loam soil (NPK 8-24-8), as the treatment that presents the best results in each of the variables evaluated. , having as evidence the averages of the vigor of the plant with 92.5%. This factor also leaves a net benefit of \$197, and a benefit/cost ratio of \$1.57.

Keywords: Cocoa, Development, Fertilizers, Franc Soil.

Introducción

El “Cacao Nacional”, de manera muy *sui generis*, conserva la muestra floral que lo caracteriza, pero se comporta como un cacao trinitario. Su cacao fino de aroma tiene características distintivas de gusto y sabor que son buscadas por los chocolateros. Representa el 5% de la producción internacional de cacao. Gracias a sus condiciones geográficas y a su riqueza en términos de recursos biológicos, Ecuador es el productor de esta variedad por excelencia. Este tipo de grano es usado en todos los chocolates refinados. De acuerdo con la data del Observatorio del Cacao Fino y de Aroma para América Latina, Ecuador sobresale por ser el primer exportador global de este tipo de producto emblemático, teniendo más del 62% de la producción del cacao fino de aroma (RIKOLTO, 2023)

Gárate *et al.* (2020) mencionan que la reproducción sexual es el método por el cual se obtienen nuevas plantas, que proceden del desarrollo de embriones, procedentes del proceso de fecundación. Los embriones están contenidos en el interior de las semillas, y todas las plantas que crecen de un solo fruto, pudiendo haber sido polinizados por un mismo o por distintos árboles, es por ello que existe una heterogeneidad entre ellos.

IICA (2016) manifiesta que las semillas se deben utilizar entre el primer y el tercer días de cosechadas las mazorcas. Las semillas deben sembrarse suavemente con aserrín de madera fino y seco, con el propósito de remover de mucilago y evitar la fermentación. El pre-germinado se realiza en bolsas de plástico con aserrín húmedo y previamente tratado con un fungicida. A los tres o cuatros días se observara la emisión de la radícula, que es un brote blanco en el extremo de las semillas.

Compañía Nacional de Chocolates (2020) manifiesta que para la obtención de semilla se debe:

- ◆ Usar mazorcas con plena madurez fisiológica.
- ◆ Extraer los granos de la mazorca con la ayuda de un caballete, mazo de madera o machete sin filo.
- ◆ Retirar el mucílago o pulpa que cubren los granos con ayuda de aserrín y agua.
- ◆ Dejar en un tanque o recipiente con agua.
- ◆ De esta manera se evitan pérdidas y se garantiza una excelente pregerminación
- ◆ Pregerminar las semillas garantiza posición adecuada y homogeneidad en el vivero.

Las plantas seleccionadas deben tener como mínimo cinco años de producción, no presentar deficiencias nutricionales, tener buen desarrollo, y conformación se deberán preferirse los árboles que produzcan mazorcas grandes, porque de ellas se obtendrán también almendras grandes (Cesare, 2014).

Cuando la mazorca alcanza su madurez, las semillas contenidas en su interior están fisiológicamente maduras y dispuestas a germinar, pero si el fruto excede su madurez, se desarrolla la radícula en el interior. La selección de la mazorca se hace del tronco o de las ramas primarias, pues ellas dan semillas uniformes y más vigorosas (Crespo, 2014)

A pesar de que en la actualidad existen avances tecnológicos en cuanto a técnicas de manejo del cultivo de cacao en todas sus fases, así como el desarrollo de materiales que se utilizan para el

crecimiento del cultivo, además, aún es evidente el desconocimiento de un paquete tecnológico en fertilización que permitan obtener plantas de cacao sanas y vigorosas a nivel de vivero.

Muchos factores determinan la capacidad del árbol de cacao para tener raíces sanas, incluidos el contenido de nutrientes y el drenaje del agua. La calidad de su suelo tendrá un impacto significativo en la producción del cultivo (Sela 2022).

La fertilidad en el suelo juega un papel preponderante en la producción de los cultivos; la sinergia entre las propiedades físico-químicas y biológicas junto con el medio del cultivo, determinará su capacidad para absorber y re integrar valores perdidos de nutrientes en la estructura del suelo, determinando y condicionando sus niveles de fertilidad (Romero et al, 2023)

Para la fertilización del cacao se pueden estimar los balances nutricionales de un lote a partir de las entradas que se generan por los fertilizantes inorgánicos, abonos orgánicos, nitrógeno por fijación de árboles leguminosos y el aporte de las lluvias. Por su parte, las salidas se dan por la cosecha de cacao, la salida de las cáscaras, la cosecha de musáceas, frutales, madera, leña, asimismo la pérdida de nutrientes por volatilización y otros factores como el deterioro de los suelos por erosión y los procesos asociados de lixiviación y escorrentía (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2021)

Los suelos minerales contienen entre 90 y 99% de materia mineral y 1 a 10% de materia orgánica, como fuentes básicas de nutrientes. Sin embargo, las fuentes se debilitan con el pasar del tiempo, debilitamiento que es dependiente del tipo de suelo y la intensidad de su uso por la agricultura. Si esto sucede, surge la necesidad de fertilizar para aumentar los nutrientes que se encuentran en insuficiencia (INIAP, 2012).

El nitrógeno es un elemento que hace que la planta aproveche mejor el fósforo, las aplicaciones de urea hacen que las plantas absorban mejor el fósforo disponible en el suelo. Debido que al P y K son nutrimentos inmóviles en el suelo, su eficiencia aumenta si se colocan cerca de la raíces para que estas las intercepten y para reducir su fijación. La aplicación de P y especialmente K en banda o en hilera ha incrementado más el rendimiento. En suelos sujetos a compactación se ha observado que la disponibilidad de K es reducida, probablemente debido a menor aireación en la zona radicular. (SAGARPA, 2013)

INIAP (2010) menciona que “Estudios en este campo han permitido determinar, que los fertilizantes nitrogenados tienen una eficiencia del 20%, la eficiencia depende del tipo de suelo ya que han encontrado, además, en suelos derivados de cenizas volcánicas, fijaciones hasta del 90%”.

La eficiencia de los fertilizantes potásicos se estima en promedio en un 50%, los patrones de cacao, consume cantidades altas de NK, Ca y cantidades mas bajas de P, Mg y S. es necesario reponerle al suelo los nutrientes extraídos por el cultivo y fertilizar el suelo, que incluyen conocer y manejar sus microorganismos, y el uso de acondicionantes como cal y materia orgánica (Jiménez, 2012).

Materiales y métodos

Considerando el estudio de las variables, el enfoque de este ensayo es investigativo, dirigiéndose a la modalidad en campo, de acuerdo con el cultivo de cacao. El ensayo se basó en evaluar el efecto de tres sustratos y dos fórmulas de fertilizantes en el crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao L.*), en la cabecera cantonal de Naranjal, provincia del Guayas, en un predio urbano adaptado para el desarrollo del experimento y cuyas coordenadas son:

- ◆ 2°41'06"
- ◆ 79°37'43" W
- ◆ Temperatura Promedio anual: 19.5°C – 25.3°C
- ◆ Precipitación: 709 – 1614 mm
- ◆ Bioclima: Xérico (GDMN 2019)

El material vegetal utilizado para la experimentación fue Cacao Nacional, también conocido como fino de aroma

En Para el presente trabajo se utilizó gallinaza, aserrín, humus, suelo franco, fertilizante completo (10 – 30 – 10; 8 – 24 – 8), como se muestra la Tabla 1.

Tabla 1
Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Combinación Factorial	Descripción de los tratamientos	Frecuencia de aplicación (días)
1	A1B1	Gallinaza/humus + NPK 10-30-10	10-20-30
2	A1B2	Gallinaza/humus + NPK 8-24-8	10-20-30
3	A2B1	Aserrín/humus + NPK 10-30-10	10-20-30
4	A2B2	Aserrín/humus + NPK 8-24-8	10-20-30
5	A3B1	Suelo franco + NPK 10-30-10	10-20-30
6	A3B2	Suelo franco + NPK 8-24-8	10-20-30

Fuente: Autores (2024)

Unidades experimentales

Tabla 2
Descripción de las unidades experimentales

CARACTERISTICA EXPERIMENTAL	
Número de tratamiento	6
Numero de repeticiones	4
Largo de las camas	1 m
Ancho de la camas	40 cm
Distancia entre repeticiones	50 cm
Área de las unidades experimentales	0.40 m2
Área total del ensayo	18.6 m2
Plantas evaluadas por tratamientos	50
Plantas unidad experimental	100
Total de plantas evaluadas	1200
Total de plantas en el experimento	2400

Fuente: Autores (2024)

Variable independiente

Factores de sustratos y dosis de NPK a evaluar

Variable dependiente

Comportamiento agronómico de la planta de cacao.

Diámetro de tallo (mm): A partir de los días 20-40-60 de sembrada los granos, se tomaron los datos para determinar el diámetro de tallo durante el periodo de la investigación, las medidas se realizó con un calibrador de tipo Vernier, los resultados se expresaron en centímetros.

Longitud de la raíz (cm): Se realizó la medición de la raíz a los 20 y 30 días, utilizando 12 plantas por cada tratamiento, se midieron las raíces pivotantes con una regla graduada en centímetro.

Número de hojas por planta: Se seleccionaron 5 plantas de cada agrupación de plantas para determinar el número de hojas por plantas.

Altura de plantas (cm): Esta variable se evaluó a los 60 días, se tomó la altura desde el nivel del suelo hasta el ápice de la última hoja en salir, los resultados se expresaran en centímetro.

Vigor de la planta: Se evaluó el vigor de la planta mediante una escala visual arbitraria del 1 al 3 de la siguiente manera

1 = vigor bajo = plantas pequeñas

2= Vigor medio = Plantas medianas

3= Vigor alto = Plantas grandes

Los datos se expresaron en porcentajes

Relación beneficio costo: Para la evaluación económica de los tratamientos se aplicó la relación beneficio - costo en base a los resultados de las plantas de mejor calidad donde los datos fueron transformados de acuerdo con la siguiente formula:

$$B/C = \frac{\text{Total Utilidad}}{\text{Total Costo}} \times 100$$

Total Costo

Diseño experimental: Entre las distintas variables fueron sometidas al análisis de varianza cuyo esquema se detalla en la Tabla 2. En caso de que haya diferencia significativa se sometió la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Para el desarrollo del ensayo se utilizó la distribución del Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial AxB con 6 tratamientos, cada uno de ellos se valorará mediante 4 repeticiones.

◆ Factores a evaluarse

Factor A: Sustratos con diferentes texturas

A1: Gallinaza 50 % humus 50%

A2: Aserrín 50% + humus 50%

A3: Suelo franco

Factor B: Dosis de NPK

B1: 10 – 30 – 10

B2: 8 – 24 – 8

Tabla 3
Esquema del análisis de varianza (ADEVA)

F de V.	Fórmula Desarrollo Grados de Libertad	
Tratamiento	$(t - 1) (6 - 1) 5$	
Repeticiones	$(r - 1) (4 - 1) 3$	
Error Experimental	$(t - 1) (r - 1) (6 - 1) (4 - 1) 15$	
Total	$Tr - 1 3 * 5 - 1$	23

Fuente: Autores (2024)

Resultados y discusión

Diámetro del tallo (mm). Los resultados que se muestran en la Tabla 4 correspondiente al diámetro de tallo, se presentan los promedios de seis tratamientos, donde cada uno presentaron diferentes promedios, sin embargo, el análisis estadístico realizado en el diámetro del tallo a los 20, 40 y 60 días no presentaron diferencias estadísticas.

Los tratamientos estudiados presentaron diferencias entre sus promedios, tomando en consideración como fuente de investigación la variable diámetro del tallo a los 20 días donde los mejores resultado recayó en el T4 (A2B2) Aserrín/humus (NPK 8-24-8) con un promedio de 7,9 mm respectivamente, los resultados presentaron un coeficiente de variación de 11.2%.

En la variable diámetro de tallos a los 40 días el tratamiento que presentó los mejores promedios fue el T5 (A3B1) Suelo franco (NPK10-30-10), mientras que el menor valor numérico lo presentó el T1 (A1B1) Gallinaza/humus (NPK10-30-20) con 12.9 mm. Los resultados arrojaron un coeficiente de variación de 3.9 %.

Según los promedios de la variable diámetro del tallo a los 60 días, el tratamientos que presentó el mejor resultado es el T6 (A3B2) Suelo franco (NPK 8-24-8), con 18.6 mm, mientras que el menor promedio lo presenta el T4 (A2B2) Aserrín/humus (NPK 8-24-8) con 17.2 mm. Los datos presentaron un coeficiente de variación de 7,4% respectivamente

Tabla 4
Diámetro del tallo (mm)

N°	Combinación factorial	Descripción	Promedios		
			20 días	40 días	60 días
1	A1B1	Gallinaza/humus (NPK10-30-20)	7.3 a	12.9 a	17.7 a
2	A1B2	Gallinaza/humus (NPK8-24-8)	6.7 a	13.3 a	17.4 a
3	A2B1	Aserrín/humus (NPK 10-30-10)	7.7 a	13.3 a	17.6 a
4	A2B2	Aserrín/humus (NPK 8-24-8)	7.9 a	13.2 a	17.2 a
5	A3B1	Suelo franco (NPK10-30-10)	7.4 a	13.4 a	18.4 a
6	A3B2	Suelo franco (NPK 8-24-8)	7.7 a	13.4 a	18.6 a
CV (%)			11.2 %	3.9 %	7.4 %

CV: Coeficiente de variación

Los promedios no presentan diferencias estadísticas

Fuente: Autores (2024)

Longitud de la raíz (cm). De acuerdo con los promedios que se muestran en la Tabla 5 (longitud de la raíz), se presentan los resultados de seis tratamientos, donde cada uno presentaron diferentes promedios, sin embargo, el análisis estadístico realizado en la longitud de la raíz donde a los 20 días no presentaron diferencias estadísticas, mientras que a los 30 días los promedios si presentaron diferencias estadísticas.

Los tratamientos estudiados presentaron diferencias entre sus promedios, tomando en consideración como fuente de evaluación la variable la longitud de la raíz a los 20 días donde los mejores resultados recayó en el T6 (A3B2) Suelo franco (NPK 8-24-8) con un promedio de 7,7 cm respectivamente, los resultados presentaron un coeficiente de variación de 10,9%.

De acuerdo con los promedios de la variable longitud de la raíz a los 30 días, el tratamientos que presentó el mejor resultado es el T2 (A1B2) Gallinaza/humus (NPK8-24-8), con 9.3 cm, mientras que el menor promedio lo presenta el T1 (A1B1) Gallinaza/humus (NPK10-30-20) con 7.8 cm. Los datos presentaron un coeficiente de variación de 6.4% respectivamente.

Tabla 5
Longitud de la raíz (cm)

N°	Combinación factorial	Descripción	Promedios	
			20 días	30 días
1	A1B1	Gallinaza/humus (NPK10-30-20)	6.2 a	7.8 b
2	A1B2	Gallinaza/humus (NPK8-24-8)	6.0 a	9.3 a
3	A2B1	Aserrín/humus (NPK 10-30-10)	6.9 a	8.5 ab
4	A2B2	Aserrín/humus (NPK 8-24-8)	6.8 a	8.6 ab
5	A3B1	Suelo franco (NPK10-30-10)	6.9 a	9.2 a
6	A3B2	Suelo franco (NPK 8-24-8)	7.7 a	8.9 ab
CV (%)			10,9 %	6.3 %

CV: Coeficiente de variación

Los promedios de la variable longitud de la raíz a los 20 días no presentan diferencias estadísticas.

Los promedios de la variable longitud de la raíz a los 30 días si presentan diferencias estadísticas.

Fuente: Autores (2024)

Número de hojas por plantas. Según a los promedios que se muestran en la Tabla 6 se presentan los datos del número de hojas por planta, donde cada tratamiento presentaron diferentes promedios, sin embargo, el análisis estadístico realizado en la variable número de hojas por planta si presentaron diferencias estadísticas.

Los tratamientos estudiados presentaron diferencias entre sus promedios, tomando en consideración como fuente de evaluación la variable número de hojas por planta, donde los mejores resultados recayó en el T6 (A3B2) Suelo franco (NPK 8-24-8) con un promedio de 9.8 hojas respectivamente, los resultados presentaron un coeficiente de variación de 10,5%.

Tabla 6
Número de hojas por planta

Nº	Combinación factorial	Descripción	Promedios
1	A1B1	Gallinaza/humus (NPK10-30-20)	7.3 b
2	A1B2	Gallinaza/humus (NPK8-24-8)	9.0 ab
3	A2B1	Aserrín/humus (NPK 10-30-10)	8.5 b
4	A2B2	Aserrín/humus (NPK 8-24-8)	9.3 ab
5	A3B1	Suelo franco (NPK10-30-10)	9.5 a
6	A3B2	Suelo franco (NPK 8-24-8)	9.8 a
C	V		10,6 %
[%]			

CV: Coeficiente de variación

Los promedios presentaron diferencias estadísticas entre sus tratamientos

Fuente: Autores (2024)

Altura de planta (cm). Según a los promedios que se muestran en la Tabla 7 se presentan los datos de la altura de planta, donde cada tratamiento presentó diferentes promedios, sin embargo, el análisis estadístico realizado esta variable los tratamientos si presentaron diferencias estadísticas.

Los tratamientos estudiados presentaron diferencias entre sus promedios, tomando en consideración como fuente de evaluación la variable altura de planta, donde los mejores resultados recayó en el T6 (A3B2) Suelo franco (NPK 8-24-8) con un promedio de 7.6 cm respectivamente, los resultados presentaron un coeficiente de variación de 5.1 %.

Tabla 7
Altura de planta (cm)

Nº	Combinación factorial	Descripción	Promedios
1	A1B1	Gallinaza/humus (NPK10-30-20)	15.5 b
2	A1B2	Gallinaza/humus (NPK8-24-8)	15.3 b
3	A2B1	Aserrín/humus (NPK 10-30-10)	16.4 ab
4	A2B2	Aserrín/humus (NPK 8-24-8)	16.8 ab
5	A3B1	Suelo franco (NPK10-30-10)	17.6 a
6	A3B2	Suelo franco (NPK 8-24-8)	17.6 a
CV	[%]		5.1 %

CV: Coeficiente de variación

Los promedios presentaron diferencias estadísticas entre sus tratamientos

Fuente: Autores (2024)

Vigor de la planta (cm). Según a los promedios que se muestran en la Tabla 8 se presentan los datos del vigor de la planta, donde cada tratamiento presentó diferentes promedios, sin embargo, el análisis estadístico realizado esta variable los tratamientos si presentaron diferencias estadísticas.

Los tratamientos estudiados presentaron diferencias entre sus promedios, tomando en consideración como fuente de evaluación la variable vigor de la planta, donde los mejores resultados recayó en el T6 (A3B2) Suelo franco (NPK 8-24-8) con un promedio de 92.5 % respectivamente, los resultados presentaron un coeficiente de variación de 5.1 %.

Tabla 8
Vigor de la planta (cm)

N°	Combinación factorial	Descripción	Promedios
1	A1B1	Gallinaza/humus (NPK10-30-20)	87.5 b
2	A1B2	Gallinaza/humus (NPK8-24-8)	86.0 b
3	A2B1	Aserrín/humus (NPK 10-30-10)	88.3 ab
4	A2B2	Aserrín/humus (NPK 8-24-8)	90.8 ab
5	A3B1	Suelo franco (NPK10-30-10)	90.8 ab
6	A3B2	Suelo franco (NPK 8-24-8)	92.5 a
CV (%)			5.1 %

CV: Coeficiente de variación
Los promedios presentaron diferencias estadísticas entre sus tratamientos
Fuente: Autores (2024)

Análisis económico. De acuerdo con el análisis económico que se realizó en este ensayo, el tratamiento que mejor beneficio neto se obtuvo es el T6 con \$197 dólares dejando una relación de beneficio/costo de \$1,57 dólares respectivamente; mientras que el menor beneficio costo lo presenta el T3 con \$170 dólares dejando una relación de beneficio costo de \$1.41 respectivamente.

De acuerdo con la Tabla 9 (análisis económico) se evaluaron cada agrupación de planta, convirtiendo de 100 plantas a 1000 plantas de acuerdo con el número de plantas vivas, donde se vendieron a 0.35 ctvs. El costo fijo fue de 100 dólares sin los tratamientos que luego se suman los componentes dejando un total de egresos. Ese total de egreso se restó con el total de ingreso para dejar el beneficio neto. Tabla 8: Análisis económico

Tabla 9
Análisis económico

Análisis Económico						
Componentes	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Planta (1000)	870	840	930	910	920	930
Precio	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Total Ingresos	285.9	294	290,5	318	322	325
Egresos						
Costo fijo (1000 plantas)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Costo por Tratamiento	10	20	20	30	25	30
Total egresos	110.0	120.0	120.0	130.0	125.0	130.0
Beneficio neto	175,9	174	170	188	197	195
Relación Beneficio/Costo	1.5	1.45	1.41	1.44	1.57	1.5

Fuente: Autores (2024)

Discusión

Los fertilizantes completos mejoren las características de los cultivos, lo cual quede demostrado en la experimentación, y se contrasta con Fernández (2016), quien menciona que, con el objetivo de analizar la dinámica nutricional de plantas de cacao (IMC67) cuando son sometidas a diferentes dosis de fertilizantes con N, P y K en etapa de vivero. Los resultados permiten concluir consistentemente que la dinámica nutricional de N, P y K no solo cambió en relación con los tratamientos implementados, sino que afectó la dinámica de prácticamente todos los otros nutrientes evaluados.

Los diferentes sustratos utilizados presentaron una variación en los resultados, evidenciando que el crecimiento y desarrollo de las plántulas de cacao en condiciones de viveros fue positivo, debido a que las propiedades de cada sustrato presentan diferentes condiciones para el desarrollo radicular, como es la textura, y un factor muy importante como es la relación de los nutrientes. En tanto el análisis de varianza realizado para cada variable demuestra que el suelo franco más NPK, tiene mejor adaptación para el desarrollo de la planta, coincidiendo con, (Solano, 2012), quien indica que la adicción de NPK al suelo franco tiene influencia importante en el crecimiento de la planta, ya que la textura de suelo ofrecen las mejores características, mejora la capacidad de retención de agua y aire para el cultivo en bolsas y bandejas.

De acuerdo con los resultados obtenidos de cada variable el mejor tipo de sustrato para el desarrollo de las plantas es el que se utilizó suelo franco adicionando NPK, presentando en la variable altura de planta promedios superiores al resto de tratamientos teniendo una altura de 17,6 cm presentando diferencias significativas de acuerdo con el análisis de varianza; por ende estos valores son recomendados por (Sáenz, 2013) quien indica que la altura de planta debe estar sujeta desde los 15 cm hasta los 30 cm ya que valores superiores pueden tener daños por factores abióticos.

Conclusiones

De acuerdo con las evaluaciones que se realizaron en cada una de las variables se llegó a las siguientes conclusiones:

- ◆ La adicción de NPK al suelo franco mejoro significativamente el crecimiento y desarrollo de las plantas de cacao en viveros, siendo el mejor el T6 Suelo franco (NPK 8-24-8), el que presenta mejores resultados en cada una de las variables. Los tratamientos estudiados para la evaluación del desarrollo y crecimiento de las plantas de cacao presentaron diferencias entre sus promedios, tomando en consideración como fuente de evaluación la variable altura de planta, donde los mejores resultados recayó en el T6 (A3B2) Suelo franco (NPK 8-24-8) con un promedio de 7.6 cm respectivamente.
- ◆ De acuerdo con la evaluación de los tres tipos de sustrato se concluye que, el mejor sustancia utilizada en este ensayo es el Suelo franco mezclados con (NPK 8-24-8), siendo este tratamiento el que obtuvo mejores resultados en cada una de la variables, demostrándose en el vigor de la planta obteniendo promedios de 92.5 de vigor de plantas.
- ◆ Resulta ser de gran beneficio para los productores (en vivero) del cantón Naranjal y sus alrededores, el utilizar Suelo franco con (NPK 8-24-8), obteniendo según los resultados experimentales, un beneficio neto de \$197 y una relación beneficio/costo de \$1,57 respectivamente.
- ◆ Es necesario mejorar las características de las plántulas en vivero, por cuanto es recomendable, analizar variables intrínsecas de clima, suelo y su interacción entre ellas.

Referencias bibliográficas

- Cesare, O. (2014). En *Técnicas para el cultivo de cacao*. Perú: Fitotécnica Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Crespo. (2014). En *Cultivos Tropicales*. Perú: Fitotecnia Universidad Nacional Agraria La Molina (mimeografiado).
- Compañía Nacional de Chocolates (2020). *Modelo Productivo para el cultivo de Cacao (Theobroma Cacao L.)* material vegetal y propagación, Medellín. ISBN Digital: 978-958-52485-6-4
- Gárate, Paz y Delgado (2020). *Técnicas de propagación de cacao (Theobroma cacao L.). Ampliación y mejoramiento de los servicios de apoyo al desarrollo productivo de la cadena del cacao a los productores en la región de San Martín*. INIA.
- IICA. (04 de 07 de 2016). *Tratamientos de semillas en viveros*. Obtenido de CENTA: http://www.ruta.org/CDOC-Deployment/documentos/Brochure_establecimiento_viveros_cacao.pdf
- INIAP. (2010). *Eficiencia de aplicación de los fertilizantes*. . Quito- Ecuador: Informes técnicos anuales. Programa de leguminosa. Estación experimental Santa Catalina.
- INIAP. (2012). En *Plantas somáticas de cacao para multiplicación masiva, única en Latinoamérica, desarrolla el INIAP* (pág. 26). Ecuador.
- Jiménez, R. (2012). Eficiencia de los tratamientos. En *INIAP 414 Yungilla* (pág. 62). Quito: INIAP-PROFISA.
- MAGAP. (2012). En *Identificación de mercados y tecnologías para productos agrícolas* (págs. 21-28). Ecuador.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, “Fertilización del cacao”, Proyecto Biodiversidad en Paisajes Productivos, Santo Domingo RD*
- Rikolto. (2023). *Rikolto en Latinoamérica. Fortaleciendo el sector de cacao en Ecuador*. Recuperado el 02 de 06 de 2024, de <https://latinoamerica.rikolto.org/es/project/fortaleciendo-el-sector-de-cacao-en-ecuador#tab-story>
- Romero, L. Vargas, P. Del Cioppo, J. Moya, J. (2023). Behavior of different weeds of *Leptochloa virgata* L. against the application of ACCasa inhibitor herbicides in rice (*Oryza sativa*). *Revista de investigación Agropecuaria Science and Biotechnology* 3 (4), 24-41.
- Sáenz. (2013). *Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán*. México: SAGARPA.
- SAGARPA. (2013). *Secretaría de Agricultura Ganadería, Pesca y Alimentación*. Recuperado el 02 de 10 de 2022, de <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Usos%20de%20Fertilizantes.pdf>
- Sánchez, J. (Marzo 2011 de 2009). *Fertilización*. Obtenido de Fertitec S.A.: <http://www.fertitec.com/PDF/FERTILIDAD%20DEL%20SUELO%20Y%20NUT>

Sela, G. (2022). *El cultivo de cacao*. La producción del cultivo de cacao. Recuperado el 04 de 11 de 2015, de <https://croipaia.com/es/blog/el-cultivo-de-cacao/>

Solano. (2012). *En medios o sustratos en la producción de viveros y plantas*. Costa Rica: Proyecto VIFINEX-OIRSA.